

**Direct view display device with array of tapered waveguide****Publication number:** CN1126520**Publication date:** 1996-07-10**Inventor:** ZIMMERMAN SCOTT MOORE (US); BEESON KARL WAYNE (US); MCFARLAND MICHAEL JAMES (US)**Applicant:** ALLIED SIGNAL INC (US)**Classification:****- international:** **G02F1/1335; G02F1/13;** (IPC1-7): G02F1/1335**- European:** G02F1/1335J**Application number:** CN19941092644 19940630**Priority number(s):** US19930086414 19930701**Also published as:**WO9501584 (A1)  
EP0706673 (A1)  
US5481385 (A1)  
FI956291 (A)  
EP0706673 (A0)

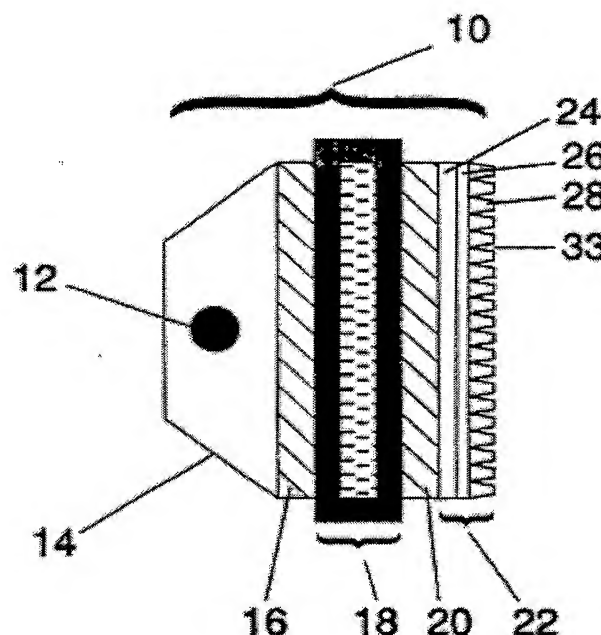
more &gt;&gt;

Report a data error he

Abstract not available for CN1126520

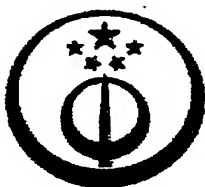
Abstract of corresponding document: **WO9501584**

A direct view display (10) comprising: (a) light generating means (12) for generating light; (b) modulating means (18) for modulating light from said light generating means to form an image; and (c) image display means (22) for displaying said image from said modulating means positioned adjacent to the light output surface of said modulating means, said display means comprising an array of tapered optical waveguides (28) on a planar substrate the tapered end of each of said waveguides extending outward from said substrate and having a light input surface adjacent said substrate and a light output surface distal from light input surface, wherein: (i) the area of the light input surface of each waveguide is greater than the area of its light output surface, and the center-to-center distance between the light input surfaces of adjacent waveguides in said array is equal to the center-to-center distance between the light output surfaces thereof, so that the angular distribution of light emerging from the output surfaces of the waveguides is larger than the angular distribution of light entering the waveguides; and (ii) the waveguides in said array are separated by interstitial regions (33) with a lower refractive index than the refractive index of said waveguides.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide





# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 94192644.3

[43] 公开日 1996 年 7 月 10 日

[51] Int. Cl<sup>6</sup>

G02F 1/1335

[22] 申请日 94.6.30

[30] 优先权

[32] 93.7.1 [33] US[31] 08 / 086,414

[86] 国际申请 PCT / US94 / 07369 94.6.30

[87] 国际公布 WO95 / 01584 英 95.1.12

[85] 进入国家阶段日期 95.12.29

[71] 申请人 联合讯号公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 S·M·齐默曼 K·W·比森  
M·-J·麦克法兰 J·T·亚德利  
P·M·费尔姆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 董巍 邹光新

权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图页数 17 页

[54] 发明名称 带有锥形波导管阵列的直接显示装置

[57] 摘要

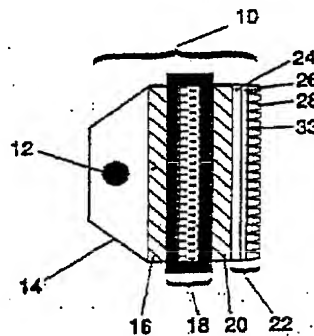
一种直接显示器,它包括:

(a) 用于产生光的光发生装置;(b) 用于调制来自上述光发生装置的光以形成图象的调制装置,以及

(c) 用于显示来自上述调制装置的图象并设置在邻接该调制装置光输出表面的图象显示装置,所述显示装置包括位于平基板上的锥形光波导管阵列,上述每个波导管的锥形端从上述基板上向外伸出,并且具有邻接在该基板上的光输入表面和远离上述光输入表面的光输出表面,其中:

(i) 每一波导管光输入表面的面积大于其光输出表面的面积,而且所述波导管阵列中相邻波导管光输入表面间中心到中心的距离,等于其光输出表面间中心到中心的距离,以使由波导管输出表面出射光的角度分布,大于波导管入射光的角度分布,以及

(ii) 上述波导管阵列中的波导管,是由具有比上述波导管折射率低的折射率的填充区隔开的。



(BJ) 第 1456 号

# 权 利 要 求 书

---

1. 一种直接平板显示器, 它包括:

(a) 一个用于产生光的光发生装置;

(b) 一个用于调制来自上述发生装置的光以形成图象的调制装置, 以及

(c) 一个用于显示来自上述调制装置的图象并设置在邻接该调制装置光输出表面的图象显示装置, 所述显示装置包括位于平基板上的锥形光波导管阵列, 上述每个波导管的锥形端从上述基板上向外伸出, 并且具有邻接在该基板上的光输入表面和远离上述光输入表面的光输出表面, 其中:

(i) 每一波导管光输入表面的面积大于其光输出表面的面积, 而且所述波导管阵列中相邻波导管光输入表面间中心到中心的距离, 等于其光输出表面间中心到中心的距离, 以使由波导管输出表面出射光的角度分布, 大于波导管入射光的角度分布, 以及

(ii) 上述波导管阵列中的波导管, 是由具有比上述波导管折射率低的折射率的填隙区隔开的。

2. 根据权利要求 1 的显示器, 其中所述的调制器装置是液晶调制器。

3. 根据权利要求 2 的显示器, 进一步包括:

(d) 一个位于上述光发生装置和调制装置之间, 用于使上述发生装置产生的光偏振的输入光偏振装置, 以及

(e) 一个位于上述调制装置和上述图象显示装置之间, 用于使

上述调制装置射出的光偏振的输出光偏振装置。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 的显示器, 其中所述填隙区的全部或一部分是吸收光的。

5. 根据权利要求 4 的显示器, 其中所述填隙区的全部或一部分含有光吸收材料。

6. 根据权利要求 5 的显示器, 其中所述材料全部或一部分是以颗粒形式出现的。

7. 根据权利要求 6 的显示器, 其中所述材料是碳黑。

8. 根据权利要求 1、2 或 3 的显示器, 其中的锥形光波导管是由有机聚合物材料构成的。

9. 根据权利要求 1 的显示器, 其中所述的波导管是有条纹的。

10. 根据权利要求 1 的显示器, 其中所述的波导管包含散射中心。

# 说明书

## 带有锥形波导管阵列的直接显示装置

### 发明的背景

#### 1. 发明的领域

本发明涉及例如象液晶显示装置之类的直接显示装置。更为可取地是, 本发明涉及与锥形光波导管阵列结合以获得比较高的透光率、高对比度和大视角的显示器。

#### 2. 相关技术的描述

如投影显示装置、画外显示装置和直接显示器之类的显示装置, 是公知的。例如可参见欧洲专利申请公开 EPO 0525755 A1; 美国专利 NoS. 4, 659, 185、5, 132, 830 和 5, 159, 478; 日本公布 NoS. 245106 和 42241。这些显示器已被使用在广泛范围各类应用中, 其中包括计算机终端、飞机座舱显示器、汽车仪表板、电视和其它能够提供正文、图表或视频信息的显示装置。这些显示器由于其体积小、重量轻和功耗低的优点, 可取代传统的阴极射线管显示器。

传统的直接显示器例如液晶显示器, 有许多先天的缺点。例如在高视角(距显示器表面法线方向为大角度)的情况下, 这种显示器具有低对比度和直观彩色随视角变化而变化的缺点。

### 发明的概述

本发明的目的在于直接的平板显示器, 它包括:

(a) 用于产生光的光发生装置;

(b) 用于调制来自上述光发生装置的光以形成图象的调制装置, 以及

(c) 用于显示来自上述调制装置的图象并设置在邻接调制装置光输出表面的图象显示装置, 所述显示装置包括位于平基板上的锥形光波导管阵列, 上述每个波导管的锥形端以上述基板上向外伸出, 并且具有邻接在该基板上的光输入表面和远离上述光输入表面的光输出表面, 其中:

(i) 每一波导管光输入表面的面积大于其光输出表面的面积, 而且所述波导管阵列中相邻波导管光输入表面间中心到中心的距离, 等于其光输出表面间中心到中心的距离, 以使由波导管输出表面出射光的角度分布, 大于波导管入射光的角度分布, 以及

(ii) 上述波导管阵列中的波导管, 是由具有比上述波导管折射率低的折射率的填隙区隔开的。

在本发明的优选实施例中, 该显示装置进一步包括:

(d) 位于上述光发生装置和调制装置之间, 用于使上述发生装置产生的光偏振的输入光偏振装置, 以及

(e) 位于上述调制装置和上述图象显示装置之间, 用于使上述调制装置射出的光偏振的输出光偏振装置。

在本发明另一优选实施例中, 本发明的平板显示装置进一步包括:

(f) 位于上述调制装置的输入偏振片的光输入表面附近, 用于使上述光发生装置发出的光准直的光准直装置, 上述光准直显示装置包括一位于平基板上的锥形光波导管阵列, 每一波导管的锥

形端均从上述基板上向外伸出,并且具有邻接上述基板的光输出表面和上述光输出表面末端的光输入表面,其中:

(i) 每一波导管光输入表面的面积小于其光输出表面的面积,而且所述波导管阵列中相邻波导管光输入表面间中心到中心的距离,等于其光输出表面间中心到中心的距离,以使来自未被准直的照明系统的发散光,在由其输出表面出射时被部分准直,以及

(ii) 上述波导管阵列中的波导管,是由具有比上述波导管折射率低的折射率的填隙区隔开的。

本发明的直接显示装置具有若干胜过已知显示装置的优点。例如,本发明的显示装置具有比较高的对比度,并能减少直观彩色随视角的变化。

#### 附图的简要描述

当涉及对本发明以下的详细描述和附图时,将会更充分地理解本发明,且其进一步的优点将变得显而易见,其中

图1为根据本发明构成的优选液晶显示器实施例的截面图;

图2为带有直的侧壁的锥形波导管阵列的部件分解截面图;

图3为按透视法观察到的具有矩形截面的锥形波导管阵列;

图4为按透视法观察到的具有圆形截面的锥形波导管阵列;

图5为具有直的侧壁的单根锥形波导管的截面;

图6表示具有直的侧壁和 $4.6^\circ$ 的锥角的单根锥形波导管理论上的非成像光学特性;

图7表示具有直的侧壁和 $8^\circ$ 的锥角的单根锥形波导管理论上的非成像光学特性;



图 8 为带有弯曲的侧壁的锥形波导管阵列的部件分解截面图;

图 9 表示本发明的优选实施例, 其中位于波导管间的填隙区包含光吸收材料;

图 10 表示本发明的优选实施例, 其中波导管阵列的输出面涂有透明的保护层;

图 11 表示本发明的优选实施例, 其中波导管阵列的输出面涂有与透镜阵列结合在一起的透明保护层;

图 12A、12B 和 12C 表示用于形成本发明的锥形波导管阵列的最佳工艺过程;

图 13 为根据本发明构成的液晶显示器另一实施例的截面图;

图 14 为根据本发明构成的液晶显示器又一实施例的截面图;

图 15 为根据本发明构成的液晶显示器的再一实施例的截面图;

图 16 为根据本发明构成的液晶显示器的别一实施例的截面图;

图 17 表示准直用的波导管阵列的优选实施例。  
优选实施例的描述

本发明涉及某种类型的显示装置, 其中被显示的图象是在显示屏的非常近的附近产生的。这类装置包括发射的显示装置和非发射的显示装置, 前者如气体放电、等离子板、场致发光、发光二极管、二极管激光器、真空荧光, 以及平的阴极射线管; 后者如液

晶、电致变色、胶体悬浮、电活化固体和机电的。本发明的显示装置具有改进了的显示器，能够避免已有的直接平板图象显示装置的全部或者部分缺陷，例如低对比度以及在高视角（即距离显示器表面法向为大角度）时大的直观彩色变化。

参照上图，本领域的技术熟练人员将能更好地理解本发明的优选实施例。这些附图中表示的本发明优选实施例，并不定为无遗漏的或将发明局限在所公开的确切形式。它们被挑选来描述或最好地解释本发明的原理及其应用，以及由此而使本领域的其他熟练人员能够最好地利用本发明的实用价值。

本发明的显示器优选实施例之一表示在图1中，由数字10代表。该显示器包括：光发生装置12、光学反射和/或散射元件14、光学输入光偏振装置16、调制装置18、光学输出光偏振装置20，以及处在与偏振器20的输出表面相接触的图象显示装置22。图象显示装置22则包括基板24、增粘层26，以及由填隙区33隔开的锥形波导管阵列28。光发生装置12、散射装置14、输入光偏振装置16、调制装置18和输出光偏振装置20的准确性能并非关键，且能广泛变化，而且技术上通常使用的任何这类元件，均可在本发明的实践中采用。作为实用的光发生装置12的例证，是激光器、荧光管、发光二极管、白炽灯、日光，以及诸如此类。

实用的反射和/或散射装置14包括金属反光镜、镀金属的玻璃反射镜、荧光屏、镀以象二氧化钛层之类白表面的反光镜。

输入光偏振装置16和输出光偏振装置20的实用例子，是塑料片偏振材料之类。作为实用的调制装置18的例证，乃是液晶盒、电致变色调制器和钛酸铅锆镧(PZLT)调制器。对于发射的显

示装置的如等离子板显示器来说, 可以将光发生装置 12 和光调制装置 18 从功能上组合在一起。作为用在本发明实践中的最佳调制器 18, 乃是液晶盒。此液晶盒 18 中的液晶材料可以广泛变化, 并可是若干类型材料中的一种, 其中包括但不限于扭转向列型液晶材料 (TN)、超扭转向列型液晶材料 (STN) 以及聚合物弥散的液晶材料 (PDLC)。

图象显示装置 22 的结构及其设置, 对于改进对比度和视角以及由本发明的设备提供的彩色是关键性的。在图 1 中, 图象显示装置 22 被设置在“贴近”偏振装置 20, 偏振装置 20 则与调制装置 18 “贴近”。在那些并不包括光学偏振装置 20 的本发明实施例中, 图象显示装置 22 被设置在“贴近”调制装置 18。如在此使用的“贴近”一词, 意味实际上密切接触或靠紧定位 (优先考虑在约 1 英寸之内, 在约 0.75 英寸范围内更可取, 在约 0.5 英寸范围内最好, 且在这些实施例中选择约在 0.25 英寸之内), 以使光不会象美国专利 NoS. 4, 573, 764, 4, 688, 093, 4, 955, 937 和 5, 005, 945 中描述的投影系统情况下那样, 穿过空间从一个元件“投射”到下一个元件上。图 1 中的显示装置包括有光学偏振装置 20, 且当此偏振装置 20 未被包括时, 该图象显示装置中的显示装置 22 将被设置在贴近调制装置 18。

图 2 表示图象显示装置 22 的部件分解截面图。该图象显示装置包括: 基板 24、增粘层 26 和锥形波导管阵列 28。锥形波导管 28 带有光输入表面 30、光输出表面 31、侧壁 32, 并且由折射率比上述波导管折射率低的填隙区 33 隔开。每一锥形波导管 28 的输入表面 30 被设置在邻接增粘层 26 处, 且其面积大于该波导管输

出表面 31 的面积, 其在图 1 和 2 的实施例中产生出锥形结构。波导管 28 的结构和定位是关键性的。如在图 2 中表示的那样, 每波导管 28 光输入表面 30 的面积, 大于其光输出表面 31 的面积, 且在上述阵列中相邻波导管 28 光输入表面 30 间中心到中心的距离, 等于或基本等于其光输出表面 31 间中心到中心的距离, 以致于由波导管 28 输出表面 31 出射光的角度分布, 大于入射在波导管 28 入射表面 30 光的角度分布。为使调制装置 18 形成的图象通过图象显示装置 22 时其分辨率不会降低, 最好使相邻波导管 28 光输入表面 31 间中心到中心的距离, 等于或小于调制器 18 上相邻象素间中心到中心的距离。在图 2 中, 侧壁 32 被表示为直的, 然而侧壁 32 的形状并非关键, 而且侧壁可以是直的或弯曲的。

在与图象显示装置 22 的表面平行的平面内, 锥形波导管 28 的截面可以具有任意形状, 其中包括方形、矩形、任意等边多边形、圆或者椭圆。图 3 表示按透视法观察到的具有矩形截面的锥形波导管 28 组成的阵列。图 4 表示具有圆形截面的锥形波导管 28 组成的类似阵列。作为整个波导管 28 形状的实例, 可以包括: 正圆锥体、正椭圆形锥体、正方形棱锥体和矩形棱锥体, 其中任意一种都可以是整的或者截头的。

锥形波导管阵列 28 的光学性能, 即其对比度及彩色随视角的变化, 是由单个波导管 28 的形状、规格和实际排列决定的。在图 2 中, 相邻波导管 28 光输入表面 30 间中心到中心的距离, 等于或者基本上等于其光输出表面 31 间中心到中心的距离。因此, 在输入表面 30 上进入该阵列的图象, 通过该阵列既不放大又不缩

小。

图 2 中波导管阵列 22 的基板 24, 对于波长约从 400 到 700nm 范围内的光是透明的。基板的折射可以从约 1.45 到约 1.65。最佳折射率约从 1.50 到 1.60。此基板可以由任何透明的固体材料制做, 优选的材料包括透明的聚合物、玻璃和熔融石英。这些材料需要的特性, 包括在该装置典型工作温度下所具有的机械和光学的稳定性。与玻璃相比, 透明的聚合物所具有的附加优点是结构上的柔性, 能使显示装置 22 加工成大片, 然后切割和制成液晶显示器的输出偏振器。作为基板 24 的最佳材料是玻璃和聚酯。

图 1 至图 4 表示的阵列中的锥形光波导管 28, 是由具有折射率比波导管之间填隙区 33 高的透明固体材料制成的。

通过图 2 中表示的输入表面 30 进入波导管 28 的光线, 随后以大于临界角 (如 Snell 折射定律确定的那样) 的角度入射在波导管的侧面 32 上, 并将从此侧面 32 上经受一或更多次完全内反射, 且在大多数情况下通过输出表面 31 从波导管 28 中射出。只有很少一部分光线能够通过侧面 32, 或者被反射回输入表面 30。波导管 28 的运作功能不同透镜之处在于, 透镜并不利用完全内反射。

当波导管 28 具有一定锥度以使输出表面 31 的面积小于输入表面 30 的面积时, 由输出表面 31 出射光的角度分布, 将大于射入入射表面 30 的光的角度分布。带有置于调制装置 18 输出表面上的锥形波导管阵列 28 的图象显示装置 22, 将改变调制的装置 18 输出光的角度分布, 使得来自该调制器 18 的图象能以更大的

角度进行观察。最好使每一波导管 28 输出表面 31 的面积约为其输入表面 30 面积的 1% 至 50%。更为可取的是使其输出表面 31 的面积约为输入表面 30 面积的 3% 至 25%。最为可取的是使其输出表面 31 的面积约为输入表面 30 面积的 4% 至 12%。

为使图象显示装置 22 具有高的总通光量，最好使作为所有波导管输入表面 30 的面积之和，比基板 24 总面积的 40% 大。更为可取的是使图象显示装置 22 中作为所有波导管输入表面 30 的面积之和，比基板 24 总面积的 60% 要大。最为可取地是使图象显示装置 22 中作为所有波导管输入表面 30 的面积之和，比基板 24 总面积的 80% 还大。

锥形波导管 28 可以由任何透明的固体聚合物材料构成。优选的材料具有约在 1.45 至 1.65 之间的折射率，并且包括：聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚酯、聚苯乙烯，以及通过丙烯酸酯单体的光致聚合作用形成的聚合物。更为可取地是使材料具有约在 1.50 至 1.60 之间的折射率，并且包括通过丙烯酸酯单体的混合物的光致聚合使用形成的聚合物，其混合物包括：尿烷丙烯酸酯类和异丁烯酸酯类；丙烯酸酯类和异丁烯酸酯类；环氧丙烯酸酯类和异丁烯酸酯类；(聚) 1, 2-亚乙基二醇丙烯酸酯类和异丁烯酸酯类，以及含乙烯基的有机单体。实用的单体包括有：甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸 2-乙基己基酯、丙烯酸异癸酯、丙烯酸 2-羟乙基、丙烯酸 2-羟基丙基酯、丙烯酸环己基酯、1, 4-丁二醇二丙烯酸酯、乙氧基化的双酚 A 二丙烯酸酯、新戊二醇二丙烯酸酯、二甘醇二丙烯酸酯、二甘醇二异丁烯酸酯、1, 6-己二醇二丙烯酸酯、三甲醇丙烷三丙烯酸酯、季戊四醇三丙烯酸酯，以

及季戊四醇四丙烯酸酯。特别实用的混合物是其中至少有一个单体为多官能的单体，如二丙烯酸酯或三丙烯酸酯，它将在反应的光聚合物中产生一交联网络。用在本发明方法中最为可取的材料，是通过乙氧化双酚A 二丙烯酸酯和三甲醇丙烷三丙烯酸酯混合物光致聚合作用形成的交联聚合物。最为可取的是使材料具有约在 1.53 至 1.56 间的折射率。贯穿波导元件的透明固体材料的折射率是否均匀，并不是主要的。当折射率方面的不均匀性(如条纹或者散射粒子或范围)会进一步增加由波导阵列输出光的发散度时，使这种不均匀性存在比较有利。

位于波导管 28 之间的填隙区 33 的折射率，必须小于该波导管的折射率。作为填隙区的优选材料，包括折射率为 1.00 的空气以及折射率约在 1.30 至 1.40 范围内的含氟聚合物材料。最优选的材料是空气。

图 2 中表示的锥形波导管阵列 28 的促粘层 26，是一种透光的有机材料，能使波导管 28 (特别是由聚合物例如光致交联的丙烯酸酯单体材料制成的波导管) 牢固地粘在基板 24 上。对于本领域的技术人员来说，这些材料是公知的，故不在此作详细描述。例如，如果基板 24 是玻璃的，而且波导管 28 是通过光致交联丙烯酸酯单体材料形成的，那么适合的促粘层可以通过玻璃表面与某种类型的硅烷化合物反应来形成，其中包括 3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基异丁烯酸酯或者 3-丙烯酰基丙氧基三氯硅烷。促粘层 26 的厚度并非关键，且可广泛变化。其厚度通常如在传统的直接平板显示器中使用的那样。在本发明的优选实施例中，促粘层 26 的厚度约小于 1 微米。

带有输入表面 30、输出表面 31 和直的侧壁 32 的单一锥形波导管 28, 表示在图 5 中。如果图中的锥形的直侧壁 32 向前伸展直至其相交为止, 那么便形成锥角 36。所需要的锥角 36 的值是约从  $2^{\circ}$  到  $14^{\circ}$  的范围。更为可取的是使此锥角 36 的值约从  $4^{\circ}$  到  $12^{\circ}$  的范围。最好是使此锥角 33 的值约从  $6^{\circ}$  到  $10^{\circ}$  的范围。

锥形波导管 28 的长度具有尺寸 34。尺寸 35 则是跨过渡导管输入表面 30 的最小横向距离。例如, 假如输入表面 30 具有正方形形状, 那么尺寸 35 就是该正方形一条边的长度。假如输入表面 30 具有矩形形状, 那么尺寸 35 就是该矩形两条边尺寸中较小的。作为尺寸 35 的具体值, 可以广泛地变化, 取决于调制装置 18 中相邻像素间中心到中心的距离。为使调制装置 18 形成的图象的分辨率不会下降, 尺寸 35 应当等于或者小于调制器 18 中相邻像素间中心到中心的距离。例如, 如果调制器 18 中相邻像素间中心到中心的距离为 200 微米, 那么尺寸 35 通常在约 5 微米到 200 微米的范围内。约从 15 微米到 200 微米更好, 约从 25 微米到 100 微米最好。

一旦尺寸 35 选定, 尺寸 34 便可由尺寸 34 对尺寸 35 之比确定。此比可以广泛地变化, 取决于与射入输入表面 30 的光的角度分布相比, 人们想把由输出表面 31 射出光的角度分布增加到多大。尺寸 34 对尺寸 35 之比, 通常约从 0.25 至 20。其比约从 1 到 8 更好, 约从 2 到 4 则最好。

锥形波导管 28 的非成象光学特性, 可以利用无序的光线描述计算机程序模拟出来。图 6 表示假定输入 10, 000 条光线随机分布在此锥体输入表面 30 范围内和随机分布在  $-10^{\circ}$  到  $+10^{\circ}$  的



输入角范围内, 特定锥形波导管输出的分布。在图 6 中被模拟的锥体, 具有正方形的输入表面 30, 其一边为 45 微米; 正方形的输出表面 31, 其一边为 25 微米; 尺寸 34 的长为 125 微米; 直的侧壁 32 和  $4.6^\circ$  的锥角 36。输出表面 31 的面积为输入表面 30 面积的 31%。此锥形波导管从输入范围  $-10^\circ$  至  $+10^\circ$  到约  $-30^\circ$  至  $+30^\circ$ , 具有改进的光分布。

具有不同的而且更为可取的锥形波导管构形的输出光分布, 表示在图 7 中。锥形波导管 28 具有正方形的输入表面 30, 其一边为 45 微米; 正方形的输出表面 31, 其一边为 10 微米; 尺寸 34 的长度 125 微米; 直的侧壁 32 和  $8^\circ$  的锥角 36。输出表面 31 的面积为输入表面 30 面积的 5%。利用具有  $-10^\circ$  到  $+10^\circ$  的输入光线分布, 产生出约为  $-80^\circ$  到  $+80^\circ$  的预测的输出分布。与图 6 中表示的分布相比, 图 7 中表示的输出分布是一种显著的改进。应当指出的是, 只要输出面积对输入面积之比和锥角不发生变化, 以相同的乘法系数增加或者减小尺寸 34 和 35, 并不能改变输出光分布的特性。

本发明进一步的实施例, 表示在图 8 中。图象显示装置 22 包括基板 24、促粘层 26 和单独的锥形波导管 28。此波导管 28 带有弯曲的侧壁 38, 以替代图 2 中先前表示的直的侧壁。输出表面 40 的面积和输入表面 39 的面积之间的最佳相互关系, 与先前针对带有直的侧壁的锥形波导管 28 确定的最佳相互关系相同。具体说来, 最好使每一波导管 28 输出表面 40 的面积约为其输入表面 39 面积的 1% 至 50%。而且使输出表面 40 的面积约为输入表面 39 面积的 3% 至 25%, 更为可取。输出表面 40 的面积约为输入表面

39 面积的 4% 至 12%，则最为可取。

在本发明的优选实施例中，处在锥形波导管之间的填隙区 33，是用光吸收材料充填的，例如图 9 中表示的光吸收性黑颗粒材料 41。通过利用光吸收材料在填隙区 33 中，便使此直接显示器具有更高的对比度，而且只有很少的背景光被反射回观察者。最好将光吸收颗粒 41 用于填隙区而不是连续性黑材料，以便减小黑色材料与波导管侧面 32 接触的面积。填隙区 33 中使用连续性黑材料，将会对透过波导管 28 的光造成过量的吸收损失。任何光吸收材料都可用来制造颗粒 41。这些材料用黑色表示。

如图 10 表示的本发明另一实施例，是将保护层 42 结合到锥形波导管 28 的输出端。保护层 42 能够防止对波导管 28 输出表面的机械损伤，还能用来将光吸收颗粒材料 41 约束在波导管 28 之间的填隙区 33 内。保护层 42 包括透明的背衬材料 43（例如用于制做基板 24 的材料）和任选的最好由氟化镁之类材料形成的减反射膜 44，能使来自波导管阵列 22 表面的背景光的镜面反射减少。

图 11 中表示的本发明实施例，其所使用的保护层 45 中包含有负透镜阵列 46。每一透镜 46 都是在基板 48 上面形成的，且与波导管 28 的输出端 31 对准。透镜 46 是由折射率比保护性涂层 50 低的材料组成的。将负透镜阵列与图象显示装置 22 结合，其优点在于能使显示器具有增大的视角。

锥形的光波导管阵列可通过各种技术制造，其中包括注模、压模、热滚压涂敷和光致聚合工艺。优选的技术是光致聚合工艺，表示在图 12A 至 12C 中，从而使锥形的波导管可以通过让紫外线

穿过有构图的掩模照射光致反应的单体层来形成。在图 12A 中, 涂有促粘层 26 的基片 24 被层压在局部透明的掩模 51 的表面上。将此组件放置在光致反应单体层 52 的顶部, 随后放到带有脱膜层 54 的底部支承平板 53 上。掩模 51 上带有不透光区域 55 的图案, 而仅让紫外光 56 (如图 12B) 在包括有所需要的锥形光学波导管阵列的图案的透光区域中能够通过。例如来自汞灯或氙灯的紫外光 56, 被射在图象掩模 51 的表面上。此紫外光通过该掩模的透明区域, 在区域 57 中引起直接处在此掩模 51 透明图象区域下面的单体层 52 发生光致聚合反应。在单体层 52 中紫外光受到掩模 51 中不透明区域 55 屏蔽的区域内, 光致反应没有发生。在经过紫外线照射之后, 将图象掩模 51 和带脱膜层 54 的底部支承板 53 除掉 (图 12C)。使用适合的溶剂如丙酮、甲醇或者异丙醇将未反应的单体洗掉, 而将光致聚合区 58 的图案保留在基片 24 上。光致聚合区 58 则与本发明的锥形光学波导管 28 相对应。

为使光学波导管 28 具有正确的锥形形状, 未反应的单体层 52 在紫外波长上的光学吸收必须足够高, 以使紫外曝光时通过薄膜的紫外光强的梯度能够形成。这就是说, 能够在单体层中引起光致反应发生的紫外光量, 将会由于单体层的有限吸收而从顶部或掩模一侧朝向底部或底部支承部一侧递减。这种紫外光梯度能够引起光致聚合反应量梯度从顶部到底部发生, 造成所显现的波导管结构具有极好的锥形几何图形, 一种使用本发明方法可以很容易达到的几何图形。从薄膜的顶部到底部发生的光致聚合量方面的梯度, 进一步可以通过在单体层 52 中存在的被溶解的氯气而受到影响。这种氧的作用是缩短或者抑制光致聚合反应的发

生,除了那些所有的氧均被光致聚合过程中产生的基消耗尽的区域之外。这种被溶解的氧气对于光致聚合反应进程的作用,本领域的技术熟练人员是公知的。进一步说来,必需的光致聚合结构的几何图形,进一步可以通过自聚焦过程加以影响。这就是说,落在单体层表面上的光能在该表面上引发光致聚合反应,而且由于固化的聚合物材料折射率高于液态单体的折射率,便对通过它的折射起作用。按照这种方式,落在单体上比较靠近单体层底部的光,其空间像将通过由于已经聚合的材料位于其上方引起的折射而发生改变。这一作用能够引起最终聚合的结构从成象光所射的上表面朝底部或单体层的支承板一侧变窄。

本发明直接图象显示装置的另一实施例,表示在图 13 中。由编号 59 表示的显示器,包括有光源 60、反射和/或散射元件 61、输入光偏振器 62、液晶盒 63、输出光偏振器 64 和定位在与偏振器 64 的输出表面接触的图象显示装置 65。图象显示装置 65 则包括促粘层 66 和一些单独的锥形波导管 67,而且是直接在用作图象显示装置 65 基片的输出偏振器 64 的表面上形成的。

本发明直接图象显示装置的又一实施例,表示在图 14 中,并由编号 68 表示。该显示器包括光源 69、反射和/或散射元件 70、输入光偏振器 71、液晶盒 72、输出光偏振器 73、纤维光学面板 74,以及定位在与纤维光学面板 74 的输出表面接触的图象显示装置 75。图象显示装置 75 则包括基片 76、促粘层 77 和一些单独的锥形波导管 78。纤维光学面板 74 用来将液晶盒 72 形成的图象传送到离开液晶盒的成象位置。图象显示装置 75 能够改善图象显示器 68 的视角。

本发明直接图象显示装置的再一实施例,表示在图 15 中,并由编号 79 表示。显示器 79 包括光源 80、反射和/或散射元件 81、输入光偏振器 82、液晶盒 83、输出光偏振器 84,以及定位在与输出偏振器 84 的输出表面接触的图象显示装置 85。调制装置 83 的输出窗是一个纤维光学面板 89。纤维光学面板 89 只能接收来自很窄角度范围的光。图象显示装置 85 则包括基片 86、促粘层 87 和一些单独的锥形波导管 88。图象显示装置 85 能够改善显示器 79 的视角和色度。

本发明直接图象显示装置又一实施例表示在图 16 中,并由编号 90 表示。显示器 90 包括光源 91、反射和/或散射元件 92、准直装置 93、输入光偏振器 97、液晶盒 98、输出光偏振器 99,以及定位在与输出偏振器 99 的输出表面接触的图象显示装置 100。准直用的锥形光学波导管阵列 93 包括基片 94、促粘层 95 和一些单独的锥形光学波导管 96。每一锥形光学波导管 96 的输入表面面向光源 91,且其面积小于定位在邻接促粘层 95 的波导管 96 输出表面的面积。准直装置 93 能使进入液晶盒 98 的光的准直性改善。图象显示装置 100 则包括基片 101、促粘层 102 和一些单独的锥形波导管 103。图象显示装置 100 能使显示器的视角和色度改善。

本发明准直装置 93 的优选实施例,以部件分解图表示在图 17 中。该准直装置 93 包括基片 94、促粘层 95 和一些单独的锥形波导管 96。准直装置 93 相对透射光方向的取向,正好与图象显示装置 100 的取向相反。准直装置 93 中的波导管 96 带有输入表面 105,其面积小于输出表面 106 的面积。尽管此波导管被表示为具有直的侧壁 107,但是此侧壁也可能是弯曲的。进入输入表面 105

或者通过侧壁 107 进入波导管的未准直光，将从部分准直的阵列中出射。改进的准直性将会使液晶显示器的总对比度改善。

本发明的直接显示装置，可被用在使用传统显示装置的那些应用中。这些应用的例证是：计算机终端、电视、飞机座舱显示器、汽车仪表盘，以及能够提供报文、图表或视频信息的其它装置。

下面的具体例子被提供来详细说明本发明，并且不应构成对其之限制。

### 实例 1

由于塑料薄膜薄而且经济，所以生产锥形的波导管阵列是在薄的塑料薄膜上实现的，而且最合乎要求。通过光刻产生的掩模 ( $5'' \times 5'' \times 0.09''$ ) 带有中心距为 50 微米的由 45 微米宽透明正方形组成的二维格栅，已被利用。正方形间 5 微米宽的空间，对于紫外线和可见光是不透明的。将几滴甲醇加在此掩模上，然后将 100 微米厚的聚(对苯二酸乙二醇) (PET) 薄膜压在其上。此 PET 薄膜的制备，是利用超细薄膜表面处理技术使其变得易于使聚合的单体溶液反应并与其附着来实现的。对于本领域的技术熟练人员来说，这种表面活性薄膜是已知的。甲醇的表面张力，能使薄膜缓和而牢固地粘到掩模上。由掩模和表面活性 PET 薄膜构成了波导阵列基片组件。使用压敏胶将 PET 薄膜粘在分开的  $5'' \times 5'' \times 0.25''$  的空白玻璃板上。这就构成了可脱膜的组件。将其按照薄膜朝上的方式放到包含有螺纹孔的黑色金属平台上。将 1 厘米  $\times$  3 厘米  $\times$  200 微米厚的金属垫片放在可脱薄膜顶部边缘的周围。将约 1 毫升的光致聚合单体溶液送到可脱薄膜的中心。这种单体溶液是由 62 份的乙氧化双酚 A 二丙烯酸酯、31 份的三甲醇丙烷三丙

烯酸酯、1 份的 IrganoX1010 抗氧化剂、2 份的 Darocure 1173 光引发剂、2 份的 Irgacure 651 光引发剂和 2 份的 Irgacure 500 光引发剂组成的。然后按照薄膜面朝下的方式将波导阵列基片组件放到此单体溶液的顶部。将 5"×5"×0.25" 的透明玻璃板放到此整个制作组件的顶部，而且金属夹板和螺钉被用来将此玻璃板完全且均匀地压在一起，于是在可脱薄膜和波导阵列基片间得到 200 微米厚的单体溶液层。

这时，整体制作好的组件被放在紫外/（紫外）可见光曝光系统的准直透镜下面。此紫外-可见光系统包含 1000 瓦的水银-氙灯，而且强度为 85 毫瓦/平方厘米的平坦、准直和均匀的全光谱辐射，被送到制作好的组件 5"×5" 的整个面积上。此样品被照射 0.76 秒钟。然后将此制作组件拆开 (dissassemble)，而且带有锥形光波导管的阵列薄膜现在便形成，但在各元件之间的填隙区中仍散布有单体溶液，上面朝下将其放在异丙醇浴槽中放置 10 分钟。对此单体来说异丙醇是比较差的溶剂，但由于能使光学波导元件的反射壁出现平坦和柔软而比较有利。在除掉剩余的单体之后，将此锥形光波导管放在氮气吹洗箱中在氮气流中进行干燥，并且额外 20 秒钟处在紫外-可见光下使其凝固硬化。

电子显微镜和光学显微镜被用于对此锥形光波导管作出评价。单独的光波导管可以看出具有截头正方棱锥体的形状。该元件为 200 微米高。比此光波导管输出表面小的表面的宽度是 20 微米。反射的侧壁非常平滑，且在输出表面的表面之下 160 微米深处连接在一起。波导管的输入表面处在 100 微米厚的 PET 阵列基片和此输入表面宽度（不过 50 微米）之间的界面上，如上所述，

本实例中的输入表面完全融合在一起。此光学波导管的锥角因而是  $12^\circ$ 。

## 实例 2

从上述实例开始说起。锥形光波导管大量地被碳的灯黑粉吸光材料覆盖。此灯黑粉具有平均粒度大大小于光波导管 50 微米的尺寸。然而使用软的工具(在这种情况下是带手套的手指)仔细地将此灯黑粉弄平到锥形光波导管阵列的填隙区中。使用同样工具除去剩余物。光波导管如此加强,使得灯黑能被散开而不引起可见的损伤。从锥形波导管阵列的输出侧看上去,此灯黑可使此阵列出现暗而无光泽的黑色。变黑的可见表面的百分比,被确定为 85%。

透光测量的进行,是将具有高斯分布模式的  $6^\circ$  全发散角的氦氖激光束通过锥形光波导管阵列。当光从波导管的光入射一侧朝光出射一侧传播时,其透射率为 60%。

进一步的实验是在单独的锥形光波导管阵列上进行的。此处波导阵列的一半充填灯黑粉,另一半充填黑色的液体环氧树脂。在环氧树脂干燥之后,比较两个样品。充填以灯黑的波导阵列区域,当从光的输入侧到输出侧观察时,出现非常高的透射率,且以 60% 的透射率表现出来。充填以黑色环氧树脂的波导阵列区域,当从光的输入侧向输出侧观察时,出现非常低的透射率,且呈现约 15% 的透射率。这就表明,选择光吸收材料对于让光成功地通过锥形波导管阵列是非常关键的。此处的光吸收材料为灯黑粉,此灯黑粉只与波导管侧壁的一小部分表面积直接接触,并使完全内反射现象不受妨碍地发生。通过进入波导管输入端而透过此波



导管的光，受到其侧壁反射离开而从输出表面射出。当光吸收材料为黑色环氧树脂时，其与反射的侧壁折射率匹配而使光通过此侧壁耦合，并为光吸收材料所吸收。

### 实例 3

从上述实例 2 开始说起。将带有以灯黑粉充填的填充区的锥形光波导管阵列，同一块利用压敏胶制备的 PET 薄膜层压在一起。由此压敏胶形成与光波导管输出表面折射率匹配的界面。此波导管阵列依旧表现为具有如上述实例 2 中 60% 的透射率。现在将锥形光波导管阵列配备以保护层，并经冲洗、弯曲和摆弄而不损及波导管，而且也没有损失粉状的光吸收材料。

### 实例 4

从上述实例 2 开始说起。将带有以灯黑粉充填的填充区的锥形光波导管阵列，同一块塑料的一般用于层压身份证的热硬化层压薄膜层压在一起。由此层压薄膜形成与光波导管输出表面折射率匹配的界面。此波导管阵列依旧表现为具有如上述实例 2 中 60% 的透射率。现在将锥形波导管阵列配备以保护层，并经冲洗、弯曲和摆弄而不损及波导管，而且也没有损失粉状的光吸收材料。

### 实例 5

从上述实例 4 开始说起。当从输出表面一侧观察时，提供连续的空气-塑料界面的层压的保护膜，能使来自观察者后方的光往回反射到观察者眼中。本实例覆盖一层如上述实例 1 中使用的同样的可光致聚合的单体溶液。然后将一块带有减反射涂层的玻璃板放在波导管阵列和单体溶液的顶部。在利用紫外线-可见光使

此单体溶液固化后，带有保护性层压塑料膜以及进一步的减反射涂层的玻璃板的锥形光波导管阵列。看上去非常暗。这是由于到达观察者眼睛的反射的杂散光减少的原因。

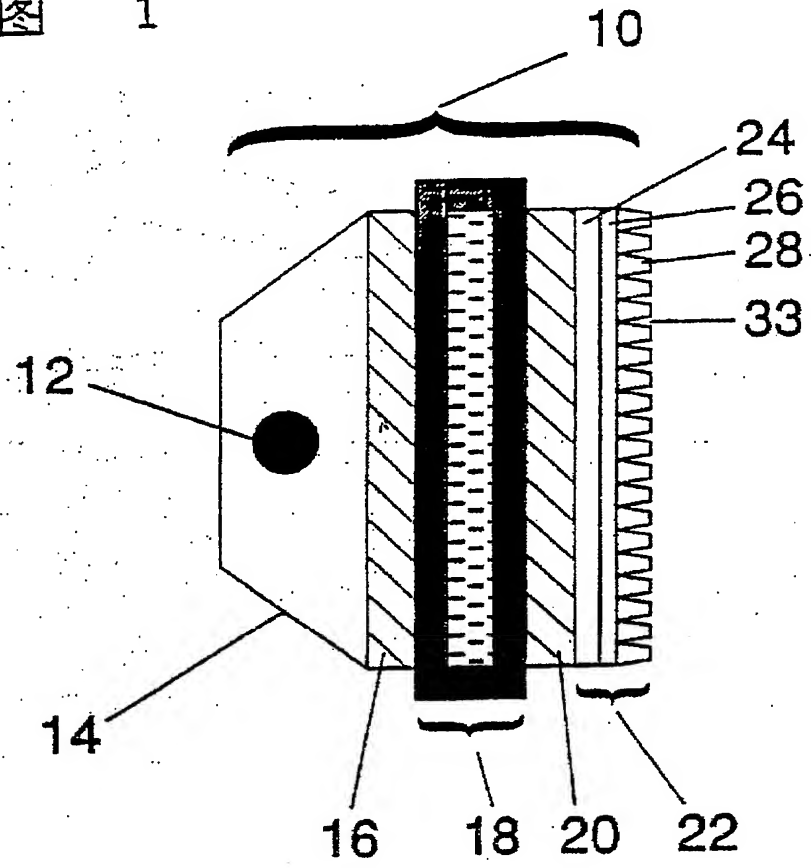
### 实例 6

从上述实例 4 开始说起。将带有吸光黑材料的带保护膜锥形光波导管阵列，放在具有高斯分布模式的全发散角为  $6^\circ$  的氦氖激光束的前方。此激光束从光的输入侧向输出一侧传播。然后在弥散的观察屏上光输出看上去变换成很宽的图案。利用视频帧捕获设备和计算机软件，对此图案进行分析。分析表明，此锥形光波导管阵列能使光转换成围绕中心激光束光斑定心的很宽的输出图案。由于使用的是单个激光器和几何形状固定的波导管，故此输出图案包含四次对称和 8 个大致等强度的光斑。最大光斑强度区的全角度分布为  $40^\circ$ 。此锥形波导管阵列的整个输出图案表明，在约  $60^\circ$  的整个角度范围内，光输出强度的变化是比较平滑地下降的，虽然激光束的输入只有  $6^\circ$  的发散度。

朗伯漫反射体能为检验锥形光波导管阵列的绝对显示特性提供对象。与激光束共线传播的光的强度归一化为 1。在全部  $40^\circ$  的角度范围内，锥形光波导管阵列提供标准的朗伯漫反射体强度的 50%。在全部  $60^\circ$  的角度范围内，锥形光波导管阵列则提供标准的朗伯漫反射体强度的 17%。应当指出的是，朗伯漫反射体的运转是靠强化散射机构，而且只有 47% 的入射在一表面上的光能在向前的方向上发射。

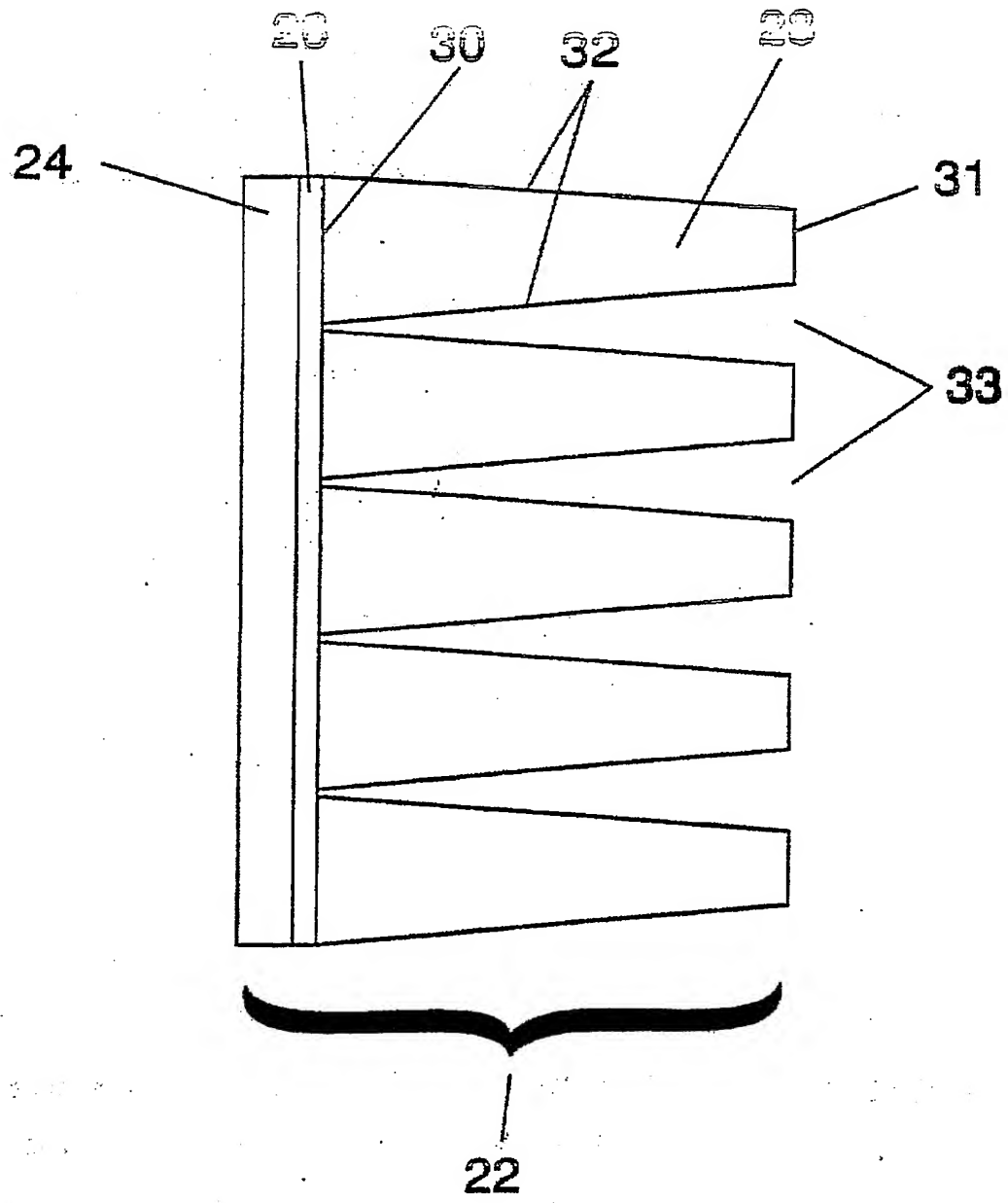
说明书附图

图 1



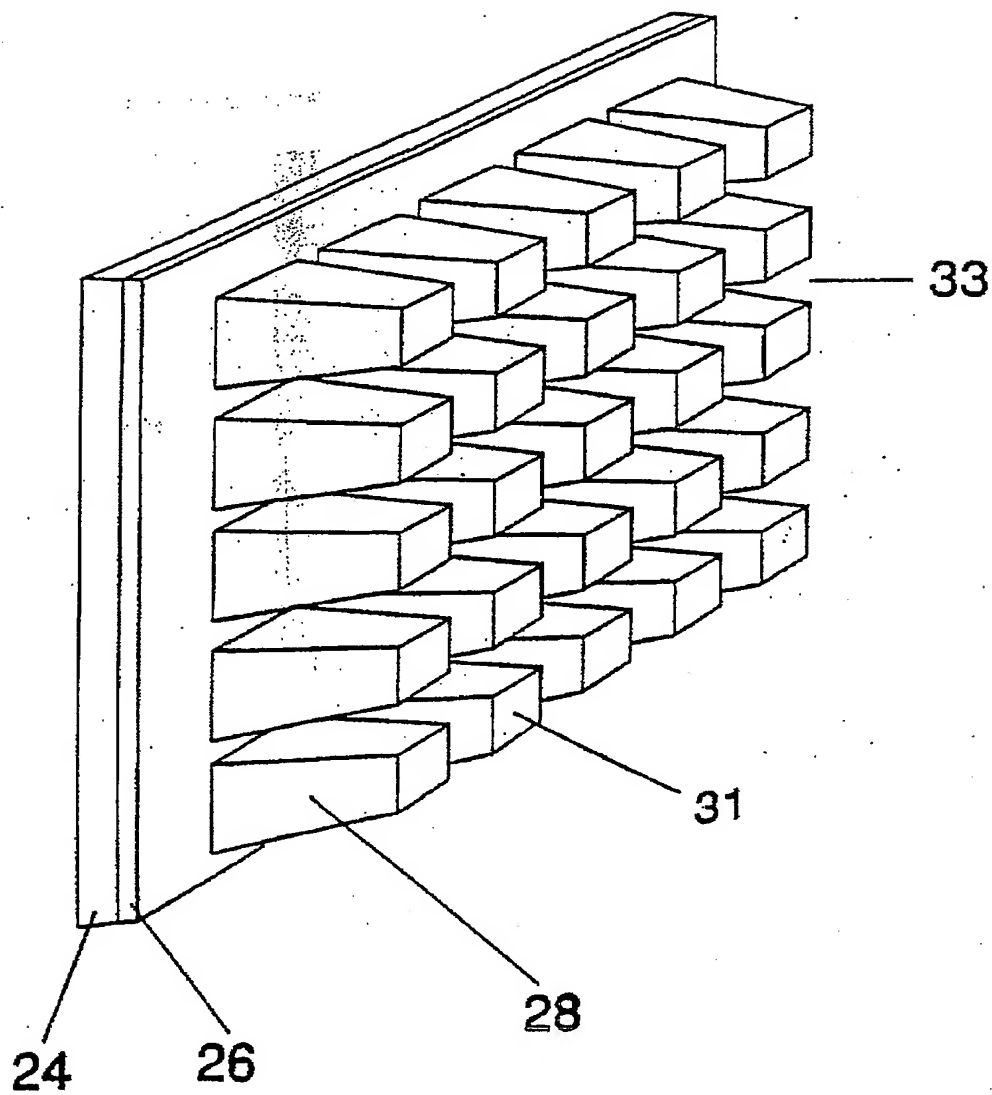


2



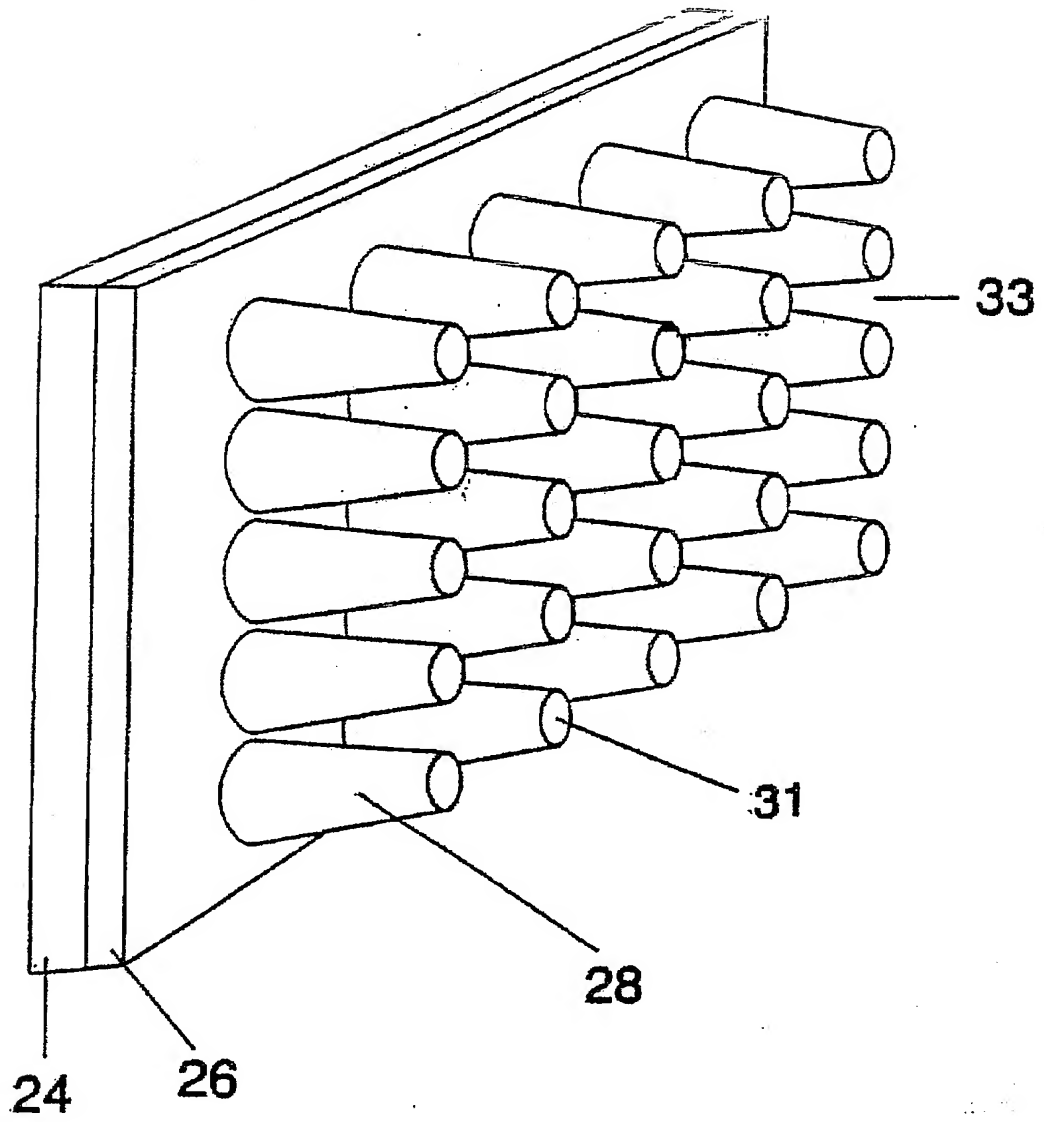


3



3

图 4





5

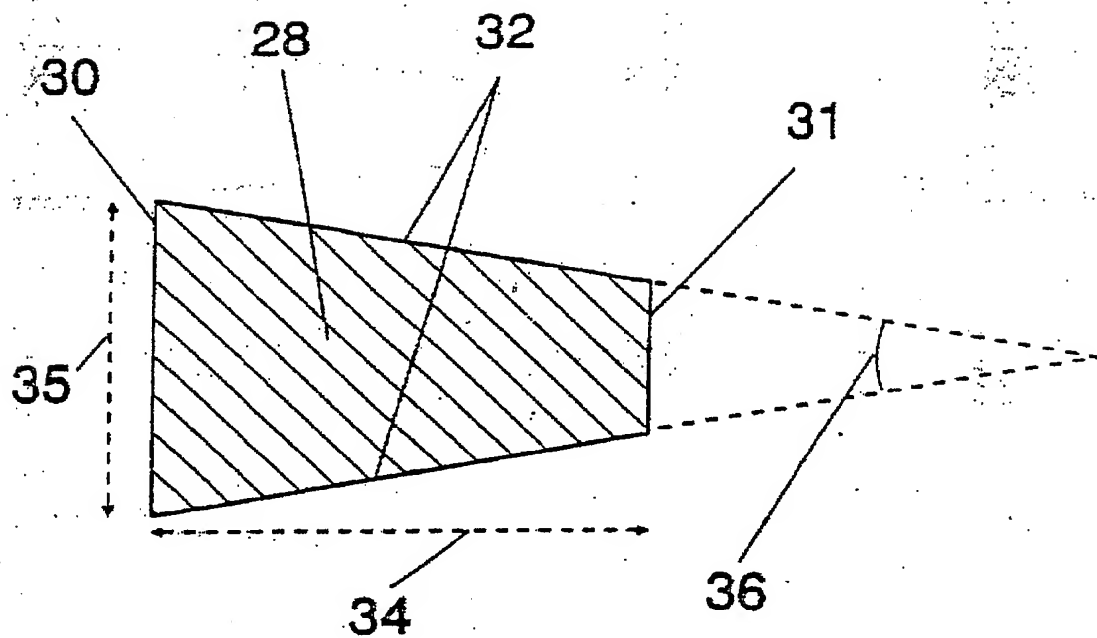


图 6

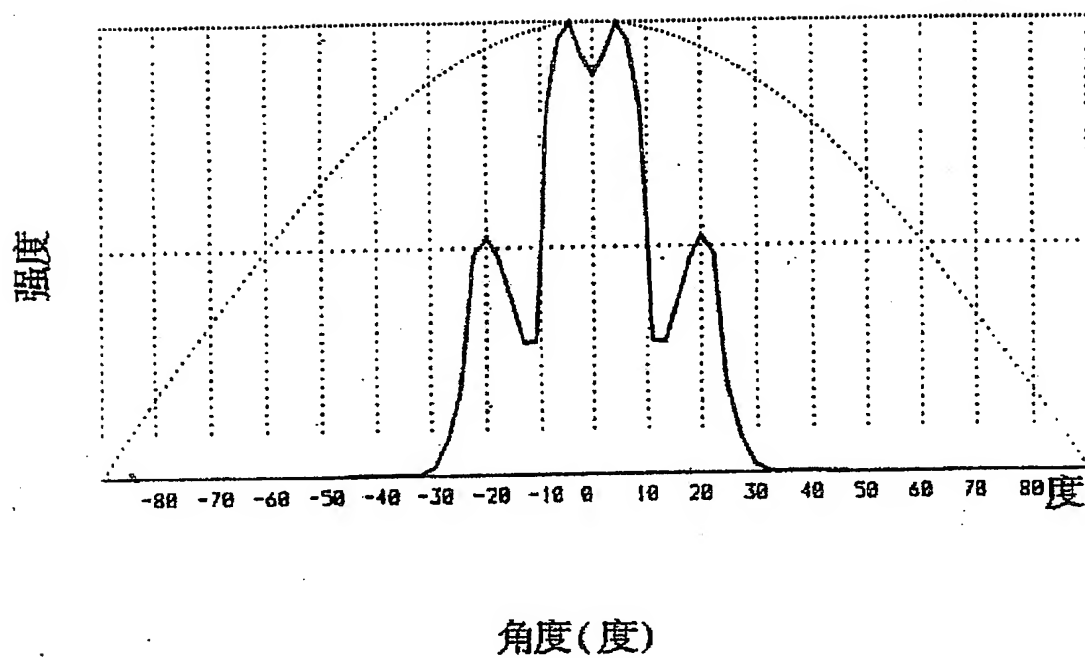
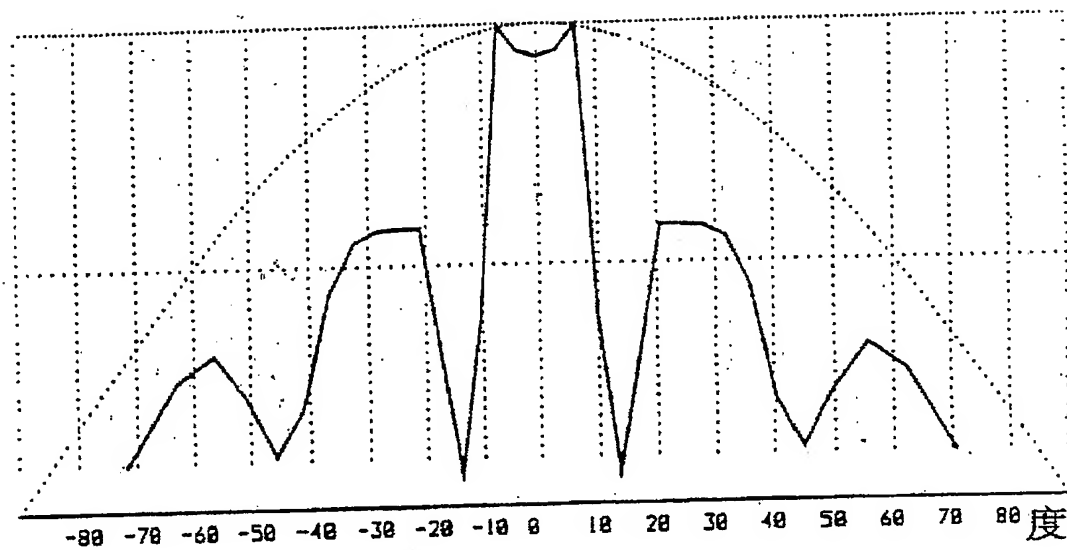


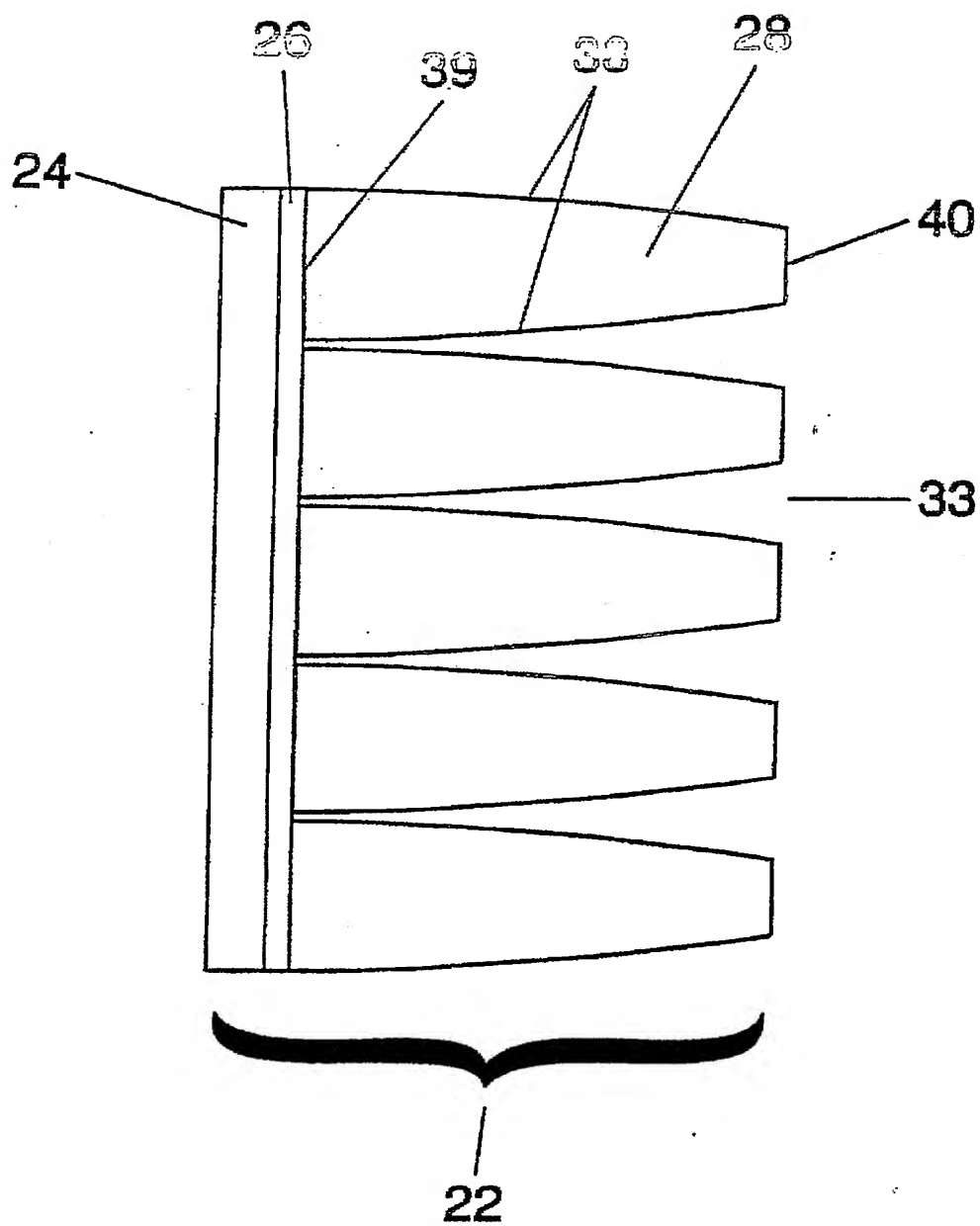


图 7





8



8

图 9

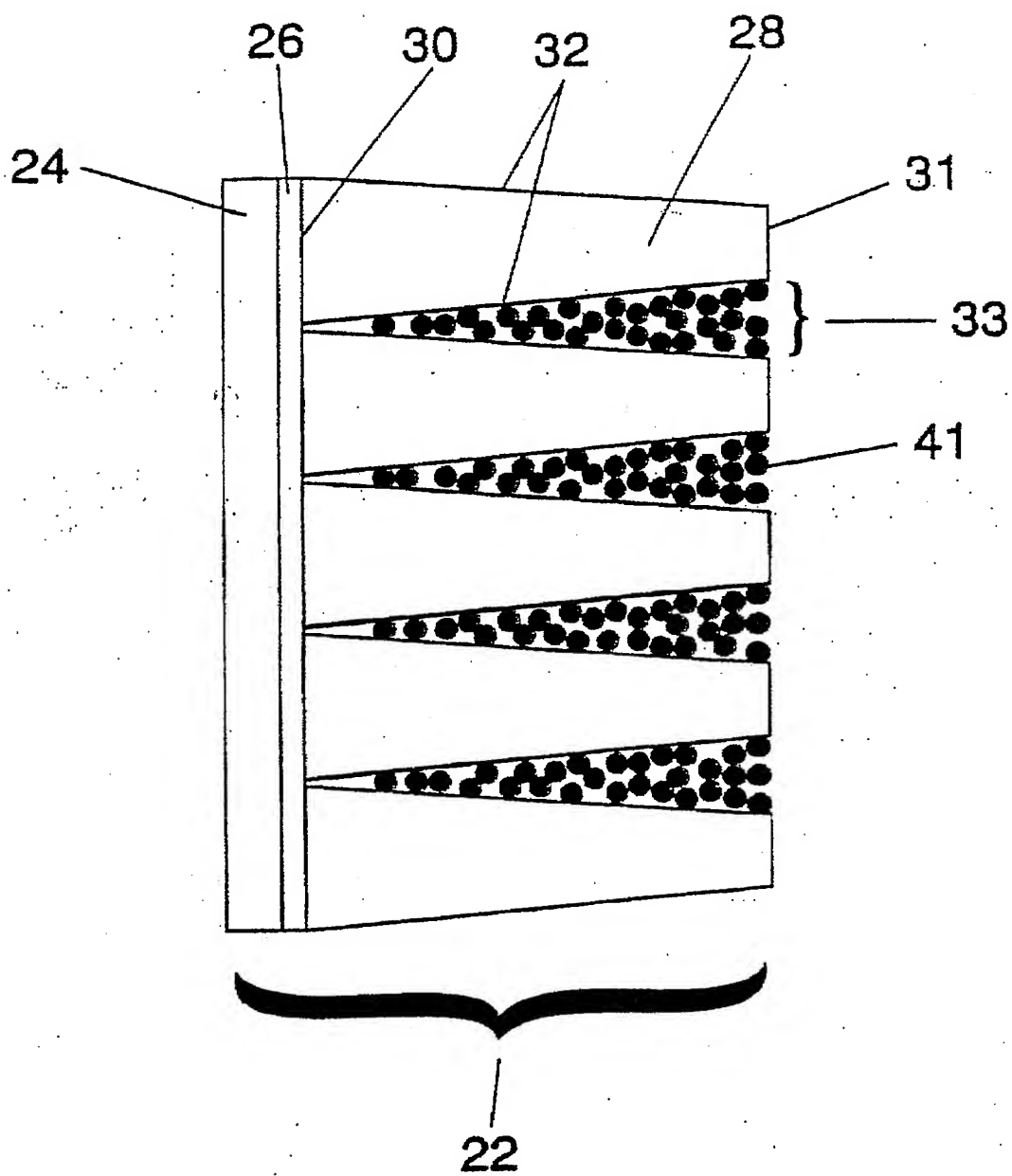


图 10

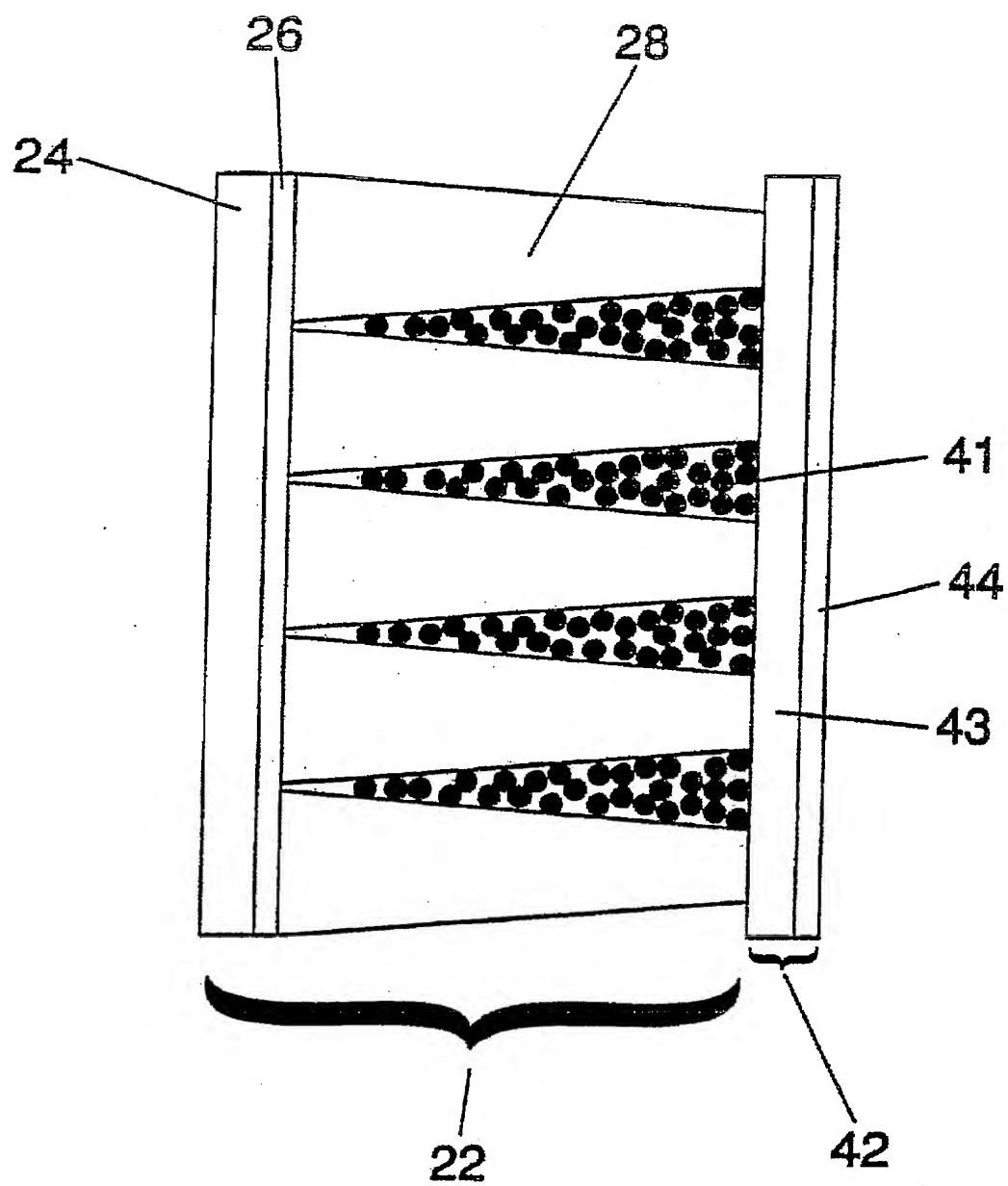


图 11

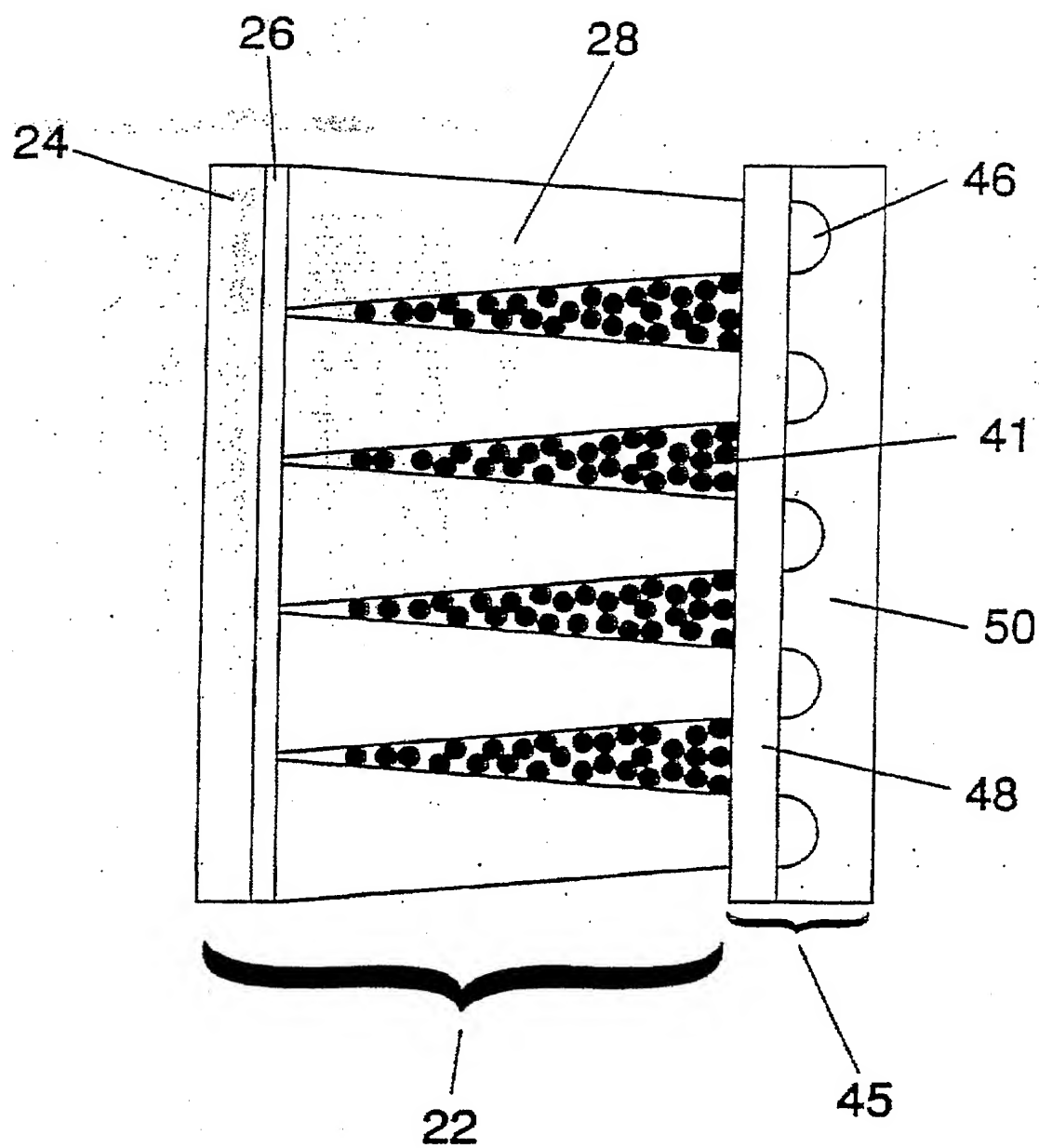


图 12A

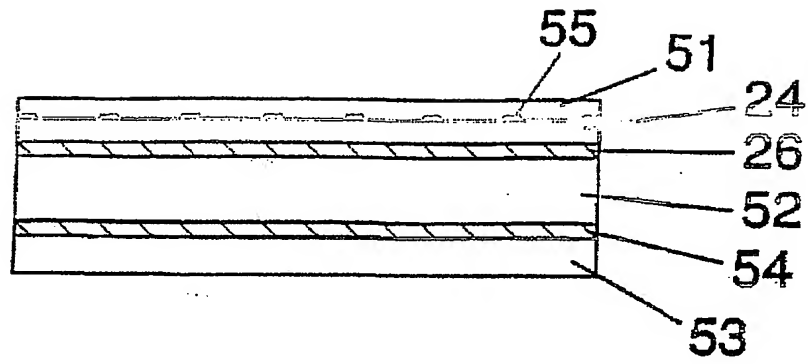


图 12B

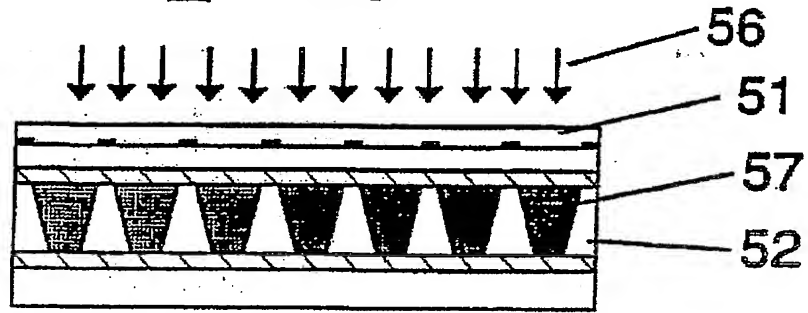
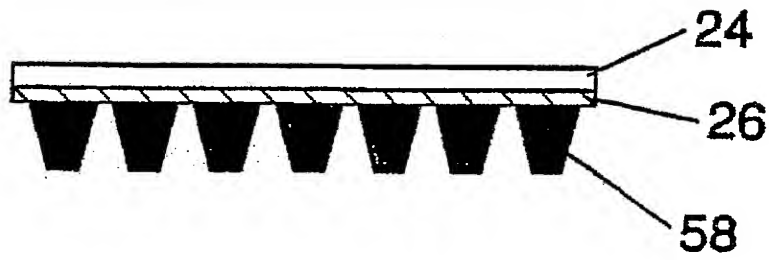
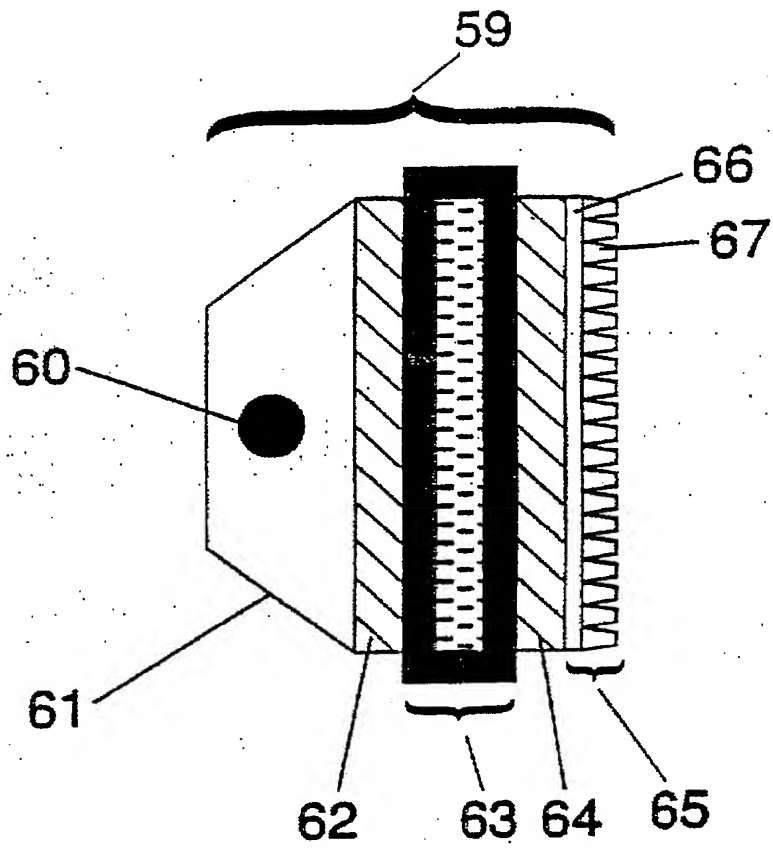


图 12C





13





14

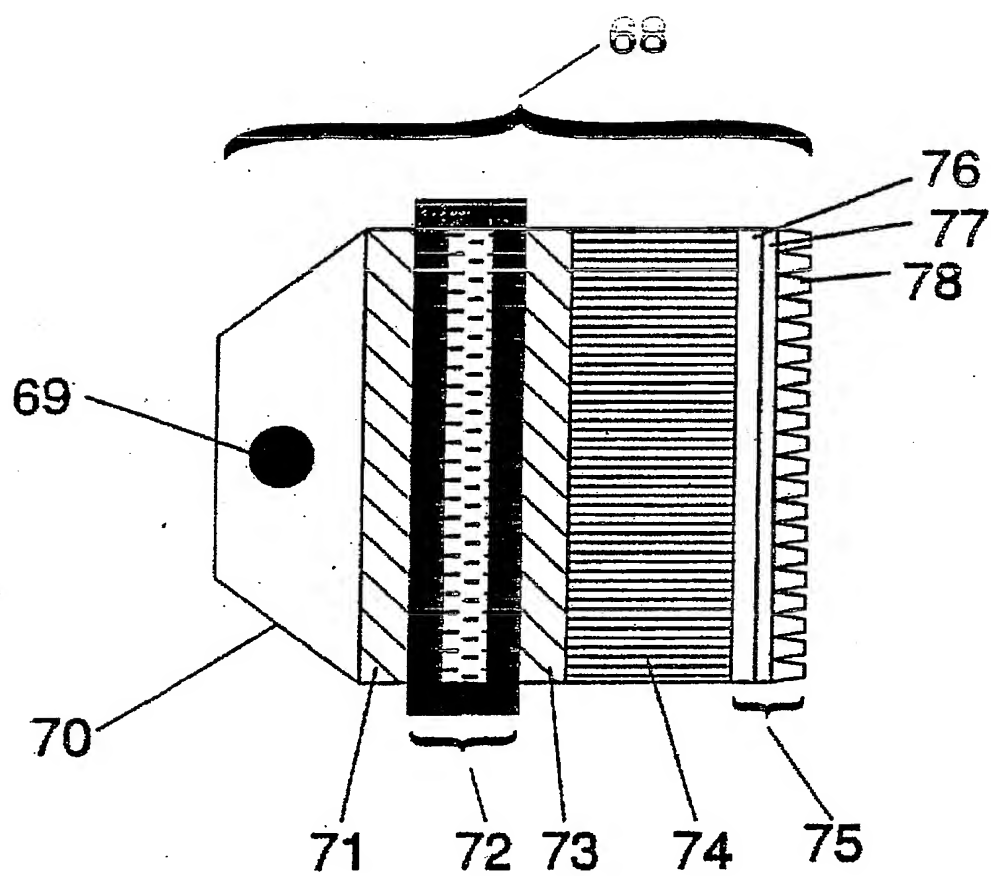




图 15

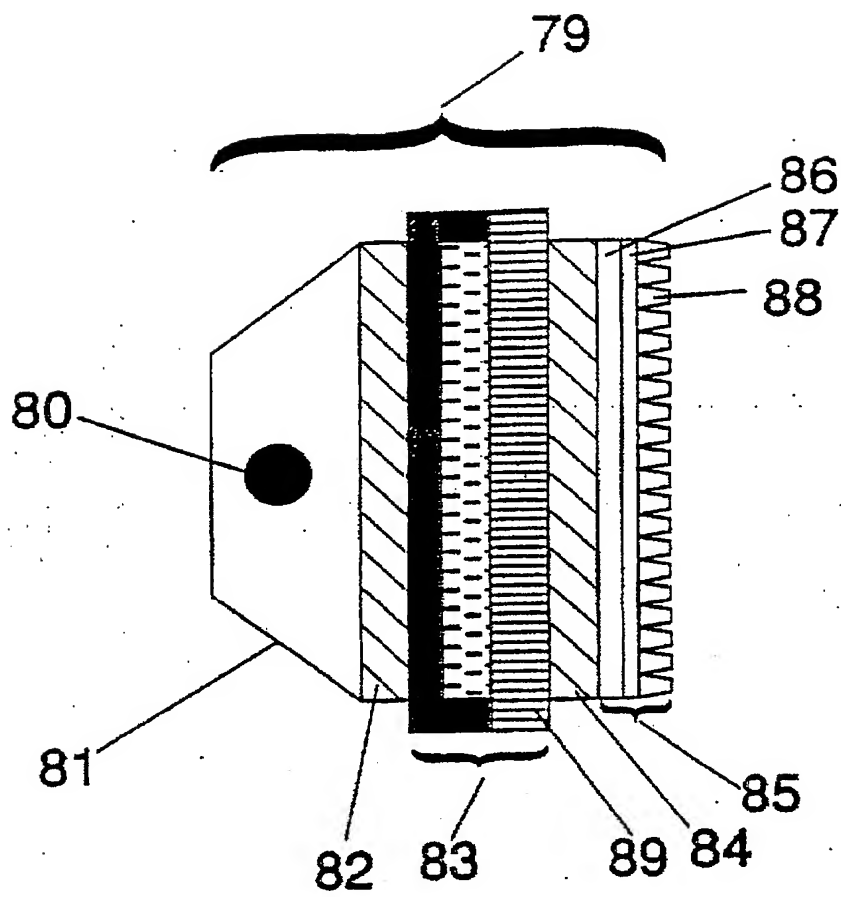


图 16

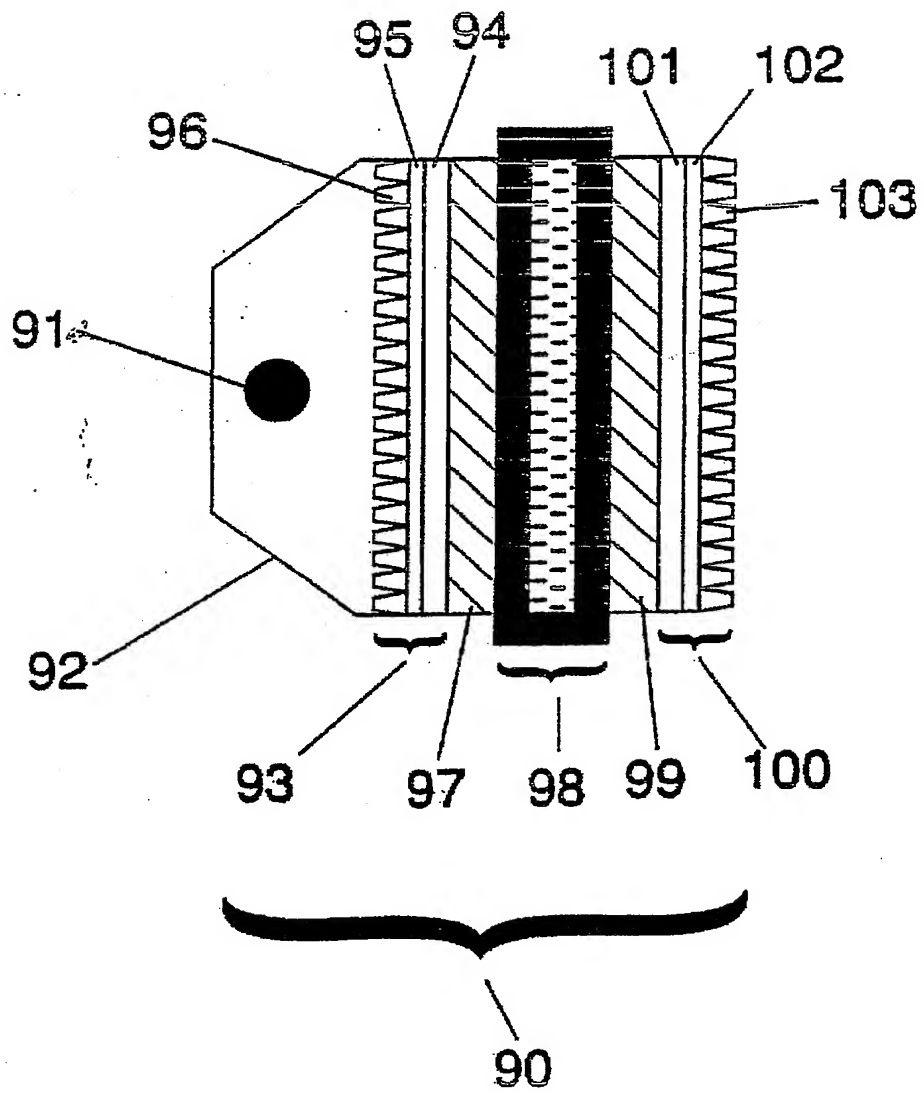


图 17

